

برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي فني تشغيل مياه

اساسيات المعالجة ومكونات المحطة – الدرجة الرابعة



تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفـهـرس

الباب الأول

مصادر وخصائص المياه

الماء هو شريان الحياة الرئيسي حيث بدونه لا يمكن أن توجد حياه على سطح الأرض، يغطي الماء بحالته السائلة أو الصلبة أربعة أخماس كوكب الأرض وتناقص المياه هو أحد المشكلات التي تواجه العالم في هذه القرن وذلك نتيجة الزيادة المطردة في تعداد سكان العالم الذي ترتب عليه زيادة الرقعة العمرانية وكذلك الأنشطة الصناعية التي تستهلك كميات كبيرة من المياه وينتج عنها ملوثات تغير من مواصفات مصادر المياه الأمر الذي يستلزم اتخاذ إجراءات من الحكومات لسن التشريعات ووضع المواصفات القياسية لنوعية المياه علاوة على تطبيق التكنولوجيات التي من سبيلها الحد من الاستهلاك المطرد والوصول إلى مياه نقية صالحة للاستخدام.

الدورة الهيدرولوجية للمياه:

يختص علم الهيدرولوجيا بدراسة توزيعات المياه في الكرة الأرضية وبحركتها المستمرة من البحار إلى الجو ومن الجو إلى اليابسة ومن الأرض عودا إلى البحار وتسمى هذه الدورة بالدورة الهيدرولوجية، ومعظم المياه التي تسقط على الأرض لا تصل إلى المحيطات بل تكمل دورتها الهيدرولوجية عودا إلى الجو بعملية البخر وعملية نتج النباتات

وحوالي ٢٥%من المياه العذبة بالكرة الأرضية مخزونة تحت سطح الأرض حيث تبقي لمئات أو آلاف السنين، ونسبة صغيرة منها تكون موجودة في طبقات يمكن سحبها منها بكميات محددة.



وعليه يمكن تلخيص مصادر مياه الشرب كالآتي:

١- الأمطار ٢- البحار ٣- المحيطات

٤- البحيرات ٥- الأنهار ٦- المياه الجوفية

خصائص المياه

تنقسم خصائص المياه إلي:

خصائص طبيعية:

وتشمل درجة الحرارة، والعكارة، واللون، والطعم، والرائحة.

خصائص كيماوية:

وتشمل الرقم الهيدروجيني، والعسر، والأكسجين الذائب، والمواد الذائبة.

خصائص بيولوجية:

وتشمل جميع أشكال الحياة التي يحتويها الماء مثل البكتريا والفيروسات والطحالب

أولاً الخصائص الطبيعية للمياه

١. درجة الحرارة:

وهي تؤثر علي عمليات المعالجة، حيث تساعد علي سرعة ذوبان الكيماويات المضافة، وسرعة ترسيب الجسيمات الدقيقة.

٢. العكارة:

قد تكون العكارة مواد عضوية مثل الطحالب، التي تسبب مضايقة كبيرة ما لم تعالج كيماوياً لوقف تكاثرها.

وقد تكون العكارة مواد غير عضوية مثل الطمي والرمال، وقد تصل إلى عدة آلاف من الأجزاء في المليون في المياه السطحية، وتكون أقل كثيرا في المياه الجوفية نظرا لأن الأخيرة تعرضت للترشيح أثناء مرورها في طبقات التربة.

وقد تكون العكارة مواد غروية، وتندرج تحت هذا الاسم المواد الصغيرة الحجم جدا التي لا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب العادي. وتوجد هذه المواد في حالة متوسطة بين التعلق والذوبان، ولكن يمكن تنقيتها بالترشيح.

٣. اللون:

يتلون الماء في المياه السطحية نتيجة تحلل المواد العضوية أو وجود مواد غير عضوية مثل الحديد والمنجنيز. ويعتبر تلون الماء من أكثر الدلالات على عدم صلاحيته للاستعمال الآدمي ومعظم الاستخدامات الصناعية.

٤. الطعم:

يكون الماء في بعض الأحيان ذو طعم غير مستساغ نتيجة لاحتوائه علي الطحالب والمواد العضوية، أو لاختلاطه بمياه الصرف أو المخلفات الصناعية قبل المعالجة.

٥. الرائحة:

يرتبط وجود طعم غير مستساغ بوجود رائحة غير مستحبة في نفس الوقت.

ثانياً الخصائص الكيميائية للمياه

١. الرقم الهيدروجيني:

ويرمز له بالرمز pH، وهو يعبر عن درجة ميل المادة (المياه) إلي الحمضية أو القلوية إن لم تكن متعادلة، وهو مقسم من الصفر إلى ١٤.

والرقم ٧ يدل على التعادل وهو الرقم الهيدروجين للمياه النقية. وإذا قل عن ٧ دل ذلك على حمضية المياه، وإذا زاد عن ٧ دل على قلويتها. والمياه الحمضية تسبب تآكل للأسطح الحاوية لها، أما المياه القلوية فترسب قشوراً على تلك الأسطح.

٢. العسر:

وينشأ عن وجود أملاح الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة في المياه، وينتج عن العسر زيادة الرقم الهيدروجيني للماء وترسيب قشور على الأسطح، بالإضافة إلى إكساب الماء طعما غير مستساغ ويصعب مع الماء العسر استخدام الصابون.

٣. الأكسجين الذائب:

يتواجد الأكسجين ذائبا في المياه بصفة دائمة، وتزيد نسبته في المياه الباردة عنها في المياه الساخنة. ويؤدى وجود الطحالب في المياه إلى إنتاج الأكسجين نهارا فتزيد نسبته بالنهار، بينما تسلكه ليلا فتقل نسبته بالليل. وتؤدى نسبة الأكسجين الذائب في الماء تأكل السطوح المعدنية الملامسة له.

٤. المواد الذائبة:

تمثل أملاح الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة في الماء من ٧٥٪ إلى ٩٠٪ من مجموع الأملاح الذائبة وتصل كميتها إلى ٥٠٠ جزء في المليون أو أكثر. وتحتوى المياه الطبيعية على نسبة من أملاح الصوديوم. وهنك حد أقصى للمواد الصلبة الذائبة في الماء حتى لا تسبب للمستهلكين مشاكل صحية أو تكسب الماء طعماً ورائحة غير مقبولين.

علاوة على أن بعض المواد الذائبة ضارة بصحة الإنسان، لذلك من الضروري إعطاء عناية خاصة للتخلص منها أثناء عمليات المعالجة.

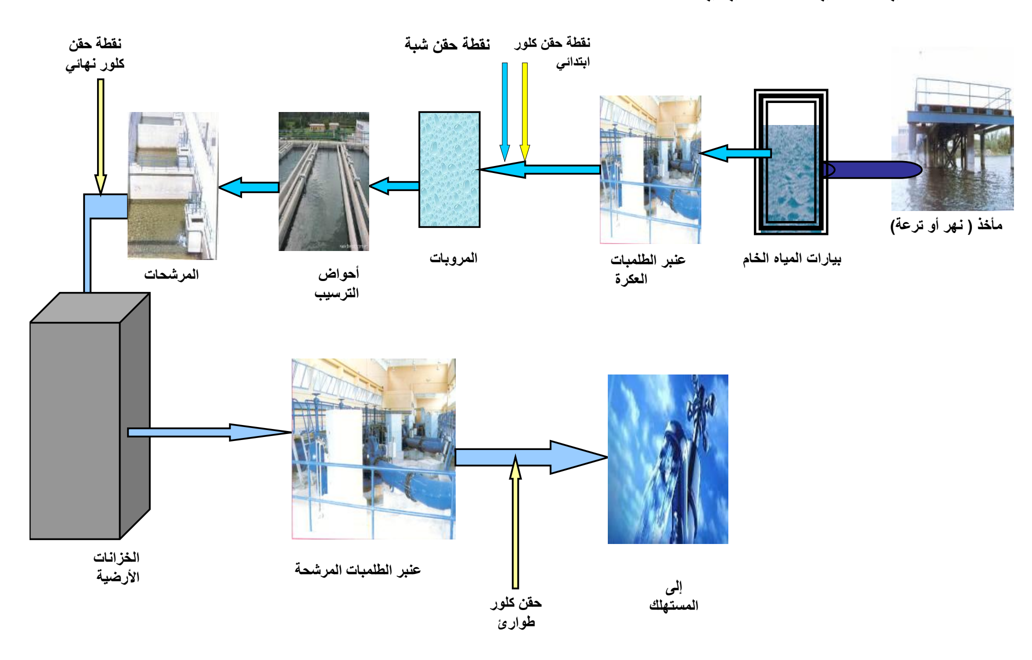
ثالثاً الخصائص البيولوجية للمياه

هي عبارة عن ما تحويه المياه من بكتريا وفيروسات ضارة بصحة المستهلكين. ويؤدي الكشف عن هذه البكتريا والفيروسات إلى وضع النظم السليمة للمعالجة والتعقيم بما يكفل قتل هذه الكائنات المسببة للأمراض.

الباب الثاني عمليات معالجة مياه الشرب

مراحل تنقية مياه الشرب

المراحل الخاصة بمحطات تنقية المياه التقليدية



تجميع المياه

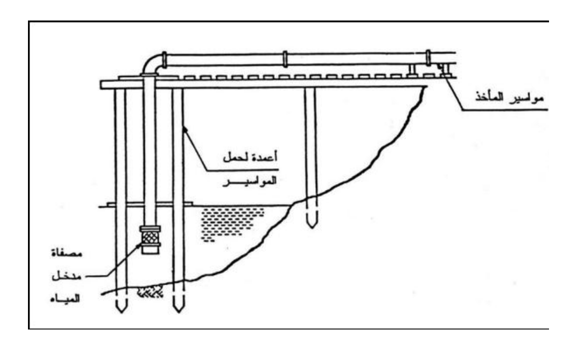
المأخذ Intake

هو الأعمال الإنشائية التي تقام على المصدر المائي، بغرض سحب المياه العكرة (الخام) سواء كانت الأنهار أو الترع أو البحيرات، ليؤخذ منها الماء بطريقة سليمة وبالكميات المناسبة للاحتياجات. ومنه تمر المياه من خلال المصافي إلى سحارة المأخذ حتى بيارة محطة طلمبات الرفع لضخها إلى عملية التنقية من خلال طلمبات الضغط المنخفض. ويشتمل المأخذ على الأعمال الإنشائية المناسبة لطبيعة المصدر المائي، واللازمة لحماية قاع وجوانب المجري المائي.

أنواع المآخذ

مأخذ الماسورة INTAKE PIPE

وهذا النوع من المآخذ عادة يستعمل في الأنهار الكبيرة وهو عبارة عن ماسورة أو أكثر تمتد داخل مصدر الماء مسافة كافيه بعيدا عن الشاطئ لتفادي التلوث المحتمل على ألا يكون في هذا الامتداد أعاقه للملاحة وعلى أن تحمل الماسورة داخل مصدر الماء على كوبري وتزود بالمحابس اللازمة للتحكم في سير الماء.



مأخذ ماسورة يستخدم في أعمال التنقية

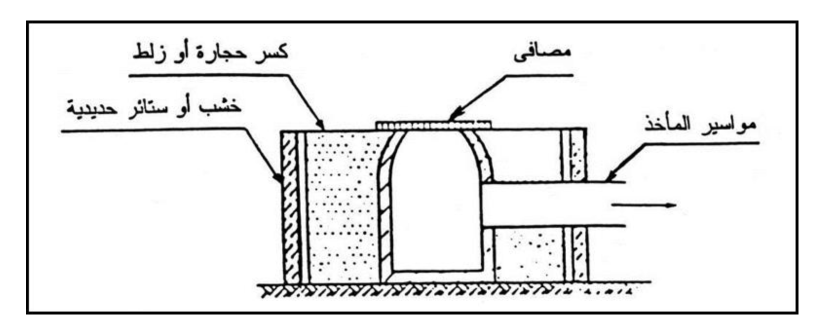
مأخذ شاطئ SHORE INTAKE

ويتكون من حائط ساند وجناحين تبنى على شاطئ المصدر المائي مباشرة لوقاية الماسورة التي تسحب المياه، وتمتد المواسير تحت جسر وتنتهي إلي بيارة طلمبات المياه الخام ويستعمل هذا النوع من المآخذ في الترع الملاحية وغير الملاحية على السواء كما يستعمل في الأنهار الصغيرة إذ أنه لا يعوق الملاحة.



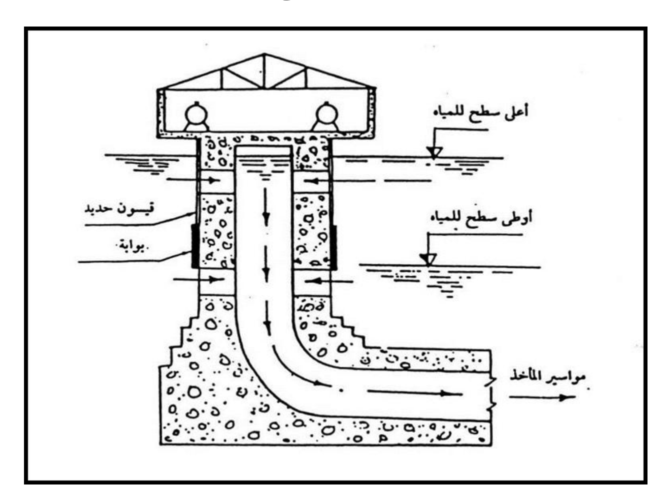
مأخذ عميق INTAKE SUB MERGED:

وهو عبارة عن ماسورة مثبته في قاع المجرى المائي بواسطة كمرات خرسانية أو خشبية أو خلافه ويستعمل هذا المأخذ في الأنهار الضيقة الملاحية وعند احتمال تلوث الشواطئ بالمواد الطافية من العوامات والسفن الراسية على الجانبين.



مأخذ برج TOWER INTAKE:

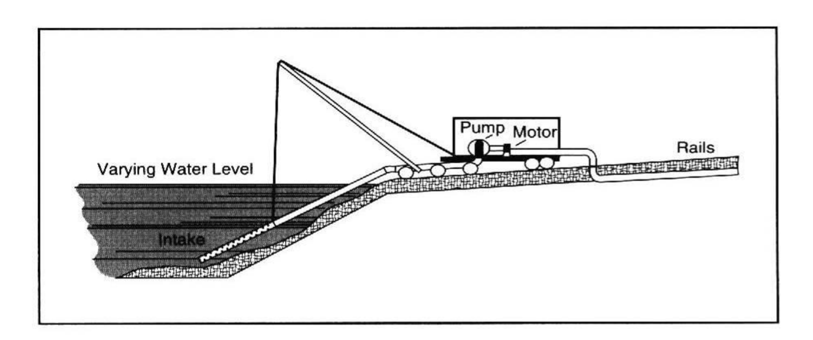
وهذا النوع من المأخذ يستعمل في البحيرات العذبة المتغيرة المناسيب ويتكون من برج يبنى داخل البحيرة على مسافة من الشاطئ قد تصل إلى عدة كيلو مترات تدخل الماء من فتحات على مناسيب مختلفة ومنها إلى سحارة المأخذ.



مأخذ برج

مأخذ مؤقت EMERGENCY INTAKE:

وهو يستعمل في حالة الطوارئ أو في المعسكرات المؤقتة التي يستدعي الأمر فيها الاعتماد على المياه السطحية كمصدر للمياه وهو يتكون من ماسورة مرنه ممتدة على دعامات مؤقتة أو عوامات أو عروق خشبية تطفو على سطح الماء، هذه الماسورة المرنة متصلة بطلمبه متنقلة لسحب المياه مباشرة، ولذا فهو يسمى أيضاً "مأخذ طلمبه".



أولاً فصل الاجسام الطافية والعالقة بالمأخذ:

هي أولى عمليات المعالجة ونعني بها فصل المواد الصلبة والأعشاب الطافية بالماء ويتم ذلك بواسطة المصافي بمأخذ المحطة، وتكون المصافي إما ميكانيكية أو يدوية ويتم الاهتمام بتنظيفها يوميا لضمان عدم انسداد المأخذ وتوقف تدفق المياه الخام الي المحطة.

أنواع المصافي

أ. المصافي ذات القضبان (Bar screens):

تصنع من قضبان الصلب الملحومة على مسافات بين بعضها بمقاسات مختلفة على النحو التالي:

- مصافي ذات عيون صغيرة: (٣ – ١٠ مم)
- مصافي ذات عيون متوسطة: (١٠– ٢٥ مم)
- مصافي ذات عيون كبيرة: (٥٠ – ١٠٠ مم)

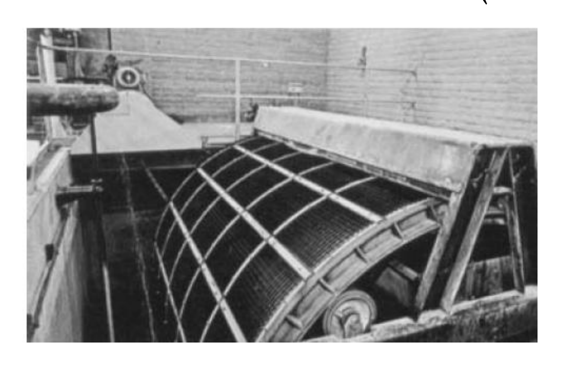
وأكثرها استخداماً المصافي ذات العيون المتوسطة أو الكبيرة. وتركب في مسار المياه الداخلة إلى المأخذ المياه بزاوية ميل ٦٠ –٨٠ درجة مع الأفقي لتسهيل عملية النظافة ولمنع الانسداد وتنظف أما يدوياً أو أوتوماتيكياً (آلياً) للمحطات الكبيرة.

ب. المصافي ذات الشبك (Mesh screens):

تسمى أيضاً المصافي الضيقة أو مانعات الأعشاب، وتصنع من نسيج السلك الصلب الذي لا يصدأ. وتصمم علي هيئة ألواح ثابتة (Plate type screen) أو أسطوانات دوارة (Rotating drum screen)، وأتساع فتحاتها (Mesh size) من ١– ٥ مم وقد يصل إلى ١٠ مم. ويستخدم هذا النوع من المصافي لحجز الأعشاب والعوالق الصغيرة نسبيا في حالات المياه التي لا تحتوى علي أجسام كبيرة. وتركب رأسيا في الماء أما منفردة على مصدر المياه مباشرة (المأخذ) أو أحياناً تلي المصافي ذات القضبان وتركب على المأخذ أو داخل المحطة. وهي في أغلب الأحوال تنظف آلياً.

ج. المصافي الدقيقة (Micro strainers)

هي مصافي ضيقة جداً (٢٠ –٤٠ ميكرومتر) وأحيانا أقل من ذلك. وتصنع من نسيج معدني لا يصدأ أو من لدائن البلاستيك. وهي تستخدم في عمليات المياه التي لا تشمل مراحل تنقيتها: مرحلة الترويق، حيث تعمل على حجز الكائنات النباتية والحيوانية الصغيرة جداً (Plankton) العالقة بالمياه وعادة تنظف آلياً.



والمصافي بالمحطات تكون علي صفين احدهما تلو الأخر الأولى ذات القضبان وبمسافات بينية بين القضبان اكبر من الصف الثاني ليتم توزيع الأجسام العالقة بين كلا الصفين وتليها مصافي ذات الشبك لمنع الاعشاب من الوصول الي بيارة طلمبات الضغط المنخفض.







ثانيا عمليتي الترويب والتنديف

الحاجة إلى الترويب والتنديف

الغرض من هاتين العمليتين هو إزالة المواد الشائبة وخاصة غير القابلة للترسيب الطبيعي وإزالة العكارة من المياه المراد معالجتها.

وتعمل المواد الكيماوية (المروبات) على إزالة المواد الغير قابلة للترسيب بعملية الترويب (Coagulation) وذلك بأن تجعل هذه الجزيئات تتجمع مع بعضها البعض (Clump together) لتكون الندف الصغيرة ثم تتجمع الندف الصغيرة مع بعضها البعض لتكوين ندف كبيرة وثقيلة قادرة على الترسيب، وباختصار فإن عملية الترويب هي عملية إضافة مروب لمياه الخام لعمل (destabilization) للجزيئات ذات الشحنات السالبة.

فتخلط المواد الكيماوية بالماء العكر الذي يحتوي على جسيمات دقيقة لا ترسب ولا تترشح بسهولة وتعمل على جعل الجسيمات الدقيقة الشديدة الصغر تتجمع وتتكتل معا في صورة أجسام أكبر (ندف)

مواد الترويب

من المواد المستخدمة في الترويب

١. كلوريد الحديديك ($FE\ Cl_3 .\ 6H_2O$،) ويتميز بقدرته الجيدة علي العمل في مدي كبير من الاس الهيدروجيني PH حيث يعمل في وسط الاس الهيدروجيني له من ٦ الي ٩
٢. كبريتات الالمونيوم($Al_2(SO_4)_3 .\ 14H_2O$) واسمها الدارج الشبة وهي تتميز بتوفرها ورخص ثمنها وتعمل في وسط الاس الهيدروجيني له من ٥,٥ الي ٧,٥.

عملية الترويب coagulation

هي عملية اضافة المواد المروبة للمياه ويرافقها دائما عملية الخلط السريع للمياه الخام مع المادة المروبة وتستغرق هذه العملية من ١ الى ٧ ثواني والهدف منها توزيع المادة المروبة على كل كمية المياه الخام ويستلزم لذلك بذل طاقة للخلط ويتم ذلك من خلال خلاط ميكانيكي أو بواسطة الخلط الهيدروليكي كما يمكن ان يحدث الخلط السريع بحقن المروب في خط طرد طلمبات المياه العكرة.



الترويب الميكانيكي ١

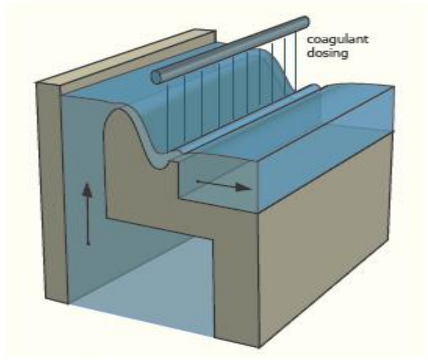


Figure 17 - Cascade mixer

الترويب الهيدروليكي ١

التنديف Flocculation

أنواع طرق التنديف

عملية التنديف هي عملية مزج بطيء للمياه المروبة والهدف منها تجميع الجزيئات المروبة لتكوين الندف – والشكل لأمثل للندف في حجم رأس الدبوس من ١: ٣ مم – استعدادا لعملية الترويق.

تتم عملية التنديف بواسطة خلاط ميكانيكي بطيء داخل حوض التنديف كما بالشكل

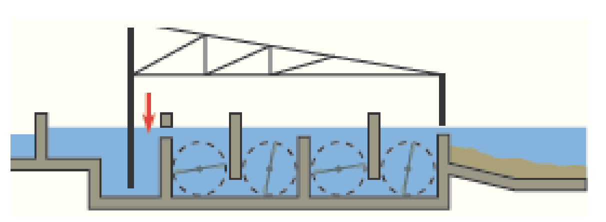


Figure 22 - Floc formation installation WRK I/II

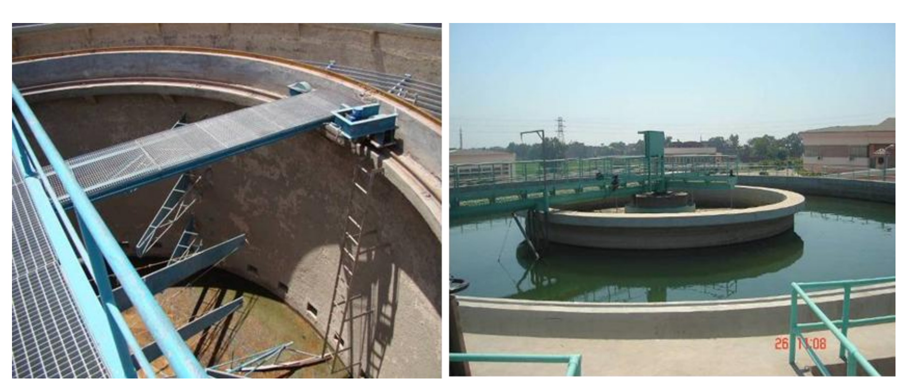
التنديف الميكانيكي

أو من خلال خلط هيدروليكي للمياه يتم الخلط فيه من خلال سريان الماء بين حواجز كما بالشكل وفي هذا النوع من أحواض التنديف تكون السرعة في حدود ٠,٣ م/ث ومدة المكث في حدود ٢٠ الي ٤٠ دقيقة.


المندف ذو العمود الراسي 1 — المندف ذو العمود الافقي 1

التنديف الهيدروليكي

ومن التصميمات المستخدمة للتنديف هي حوض التنديف داخل المروق الدائري ويحدث الخلط بواسطة قلاب كبير يدور بسرعة بطيئة داخل حوض التنديف في وسط المروق الدائري ويطلق علي هذا التصميم (clari flocculator)كما هو موضح بالشكل.



الكوبري السريع الكوبري البطيء

تنديف ميكانيكي ١

ولعملية التنديف ايضا شروطها ومنها ان مدة المكث داخل حوض التنديف في حدود من ٢٠:٣٠ دقيقة وان سرعة الخلط لا تسبب في تكسير الندف.

الترويب والتنديف عمليا

للبدء في أعمال الترويب والتنديف يجب أولاً العناية بتداول وتخزين المواد المروبة ثم بعد ذلك البدء في تحضير المحاليل الخاصة منها ليتم إضافتها للمياه حتى تتم عملية الترويب والتنديف بكفاءة، لذلك سنتعرض في هذا الفصل إلى التجهيزات الخاصة بعملية الترويب /التنديف من حيث تخزين الكيماويات، وتحضير المحاليل.

ثالثاً الترويق (clarification)

الغرض من عمليات الترويق هو العمل على ترسيب أكبر نسبة ممكنة من المواد العالقة، والتي لها ثقل أكبر من دفع الماء، وذلك عن طريق تركها ترسب تحت تأثير وزنها، وعملية الترسيب إما أن تكون طبيعية، أي تحت تأثير وزن المواد العالقة بدون إضافة أي مواد وتسمى "الترسيب الطبيعي" أو "الترسيب الذاتي" أو تكون بإضافة مواد مساعدة كيماوية للماء لتساعد على تجميع المواد الرفيعة والتي لا تهبط بمفردها في الحالة الطبيعية وتسمى "الترسيب باستعمال المروبات"، وهو النوع الشائع في عمليات تنقية المياه وخاصة بعد زيادة المتطلبات على المياه

أنواع أحواض الترسيب

تختلف أنواع وأشكال الترسيب (Sedimentation Basins) باختلاف التصميمات فمنها

أ. **الأحواض المستديرة:**

ذات التغذية الرأسية ويكون سريان الماء في اتجاه رأسي ويسمى ذلك بالتصريف الرأسي، ويوضح حوض ترسيب دائري ذو تصرف رأسي.



منطقة الدخول وهي حيث يتم توزيع المياه اسفل المروق



منطقة الترسيب

حيث تتم عملية الترسيب وحيث يتم تجميع الروبة وتكون ذات ميل الي الداخل بحيث يتم تجميع الروبة في منطقة مخصصة لذلك.يجب ان يكون معدل التحميل السطحي للمروق في حدود ٢,٥ م/س.

منطقة الخروج

وهي حيث هدار الخروج




ب. الأحواض المستطيلة

وفيها يكون سريان الماء في اتجاه واحد موازي لطول الحوض ويسمى ذلك بالتصريف في خطوط مستقيمة.

وفي كلا النوعين يلزم الحفاظ على سرعة المياه وتوزيع تصرف المياه منتظمين قدر الإمكان لمنع تكون الدوامات والتيارات الدوامية بها والتي تعوق ترسيب المواد العالقة، مع تفادي حدوث قصر الدورة (Short Circuit) بين المدخل والمخرج حيث ينقسم حوض الترسيب عادة إلى عدة مناطق أساسية هي:

١. منطقة دخول المياه:

ويشترط أن يكون دخول الماء الوارد من حوض التنديف منتظما وينتشر في أرجاء حوض الترسيب. ولذلك يكون دخول المياه من خلال جدار ذو فتحات متماثلة لتوزيع المياه على كل إرجاء الحوض



٢. منطقة الترسيب:

وهي أكبر مناطق الحوض حيث يتم ترسيب العوالق بمكوثها مدة كافية من الزمن، ولكون المياه تسير بسرعة أكبر نسبياً في هذه المنطقة، فيلزم عمل الاحتياطات لتفادي التيارات الاعصارية.



٣. منطقة تجميع الروبة:

وهي تقع عادة في قاع الحوض، وتعتبر مكانا للتجميع المؤقت للأجسام المترسبة، ويراعي في تصميم مدخل الماء ألا يسبب في تيارات دوامية قرب منطقة تجميع الروبة، تتسبب في تهيج الجسيمات المترسبة فتصعد للماء الرائق مرة ثانية.



٤. منطقة خروج الماء

ويجب أن يوفر مخرج الماء انتقالا سلسا من حوض الترسيب إلى مجرى خروج الماء الرائق، كما أنه يساعد في التحكم في منسوب الماء بالحوض، وقد تستخدم حواجز بها فتحات (هدارات) على شكل حرف (V) لتوفر الخروج الهادئ للمياه الرائقة بحيث لا تحمل معها ندفا تنتقل إلى المرشحات، وفي حالة زيادة التحميل علي المروق يمكن اضافة هدارات اخري وتغيير شكل خروج المياه من المروق للحصول علي معدل التحميل المطلوب.




أنظمة جمع الروبة

وللتخلص من الروبة من الأحواض الصغيرة يتم ذلك يدويا أما في المروقات الكبيرة التقليدية فيكون هناك منظومة للتخلص من الروبة ففي الأحواض الدائرية تكون هناك كساحة لجمع الروبة الترسبة من كل المروق الي مكان معين حيث يتم سحبها الي بيارة ترسيب قبل التخلص منها نهائياً.

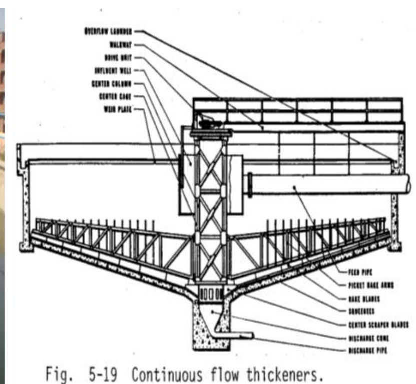
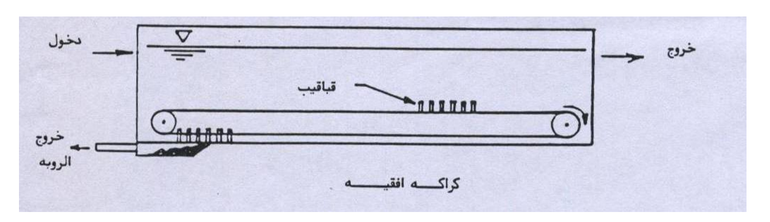
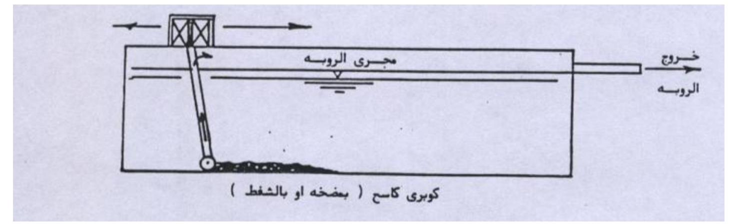



Fig. 5-19 Continuous flow thickeners.

وفي الأحواض المستطيلة يكون هناك كساحة أفقية لجمع الروبة أو كباري علوية لتجميع الروبة في الاحواض المستطيلة كما بالشكل







الكوبري الكاسح للروبة



كاسحة الروبة الافقية

يتم بعد ذلك تجميع الروبة في بيارات معالجة الروبة والتي تعمل علي ترسيب اكبر قدر من المواد العالقة ثم التخلص من المياه الناتجة في المصارف علي ان تكون مطابقة للقوانين البيئية

هذه البيارات لها العديد من الأشكال




الترشيح (Filtration)



مرشحات رملية سريعة

عملية الترشيح هي عملية سريان الماء خلال طبقة منفذة سواء كانت هذه الطبقة ورقة ترشيح او وسط مسامي، وفي محطات تنقية المياه الترشيح هو عملية سريان المياه من خلال وسط حبيبي (عادة رمل) حيث يتم حجز الشوائب من المواد العالقة وازالة الكائنات الدقيقة الممرضة

نظريات الترشيح

يوجد عدد من النظريات والتفسيرات لحدوث التغيرات التي تحدث بالماء نتيجة مرورها بطبقة الرمل (ترشيحه) وهذه التفسيرات كالتالي:

١. التصفية الميكانيكية Mechanical straining

تعمل المسام الخاصة بطبقة الرمل كمصفاه دقيقة الفتحات تحجز المواد العالقة التي يزيد حجمها عن فتحات المسام اما المواد الأصغر حجماً من المسام فلابد من تفسير آخر لسبب حجزها في طبقة الترشيح.

٢. المسام بين الحبيبات تعمل كأحواض ترسيب متناهية في الصغر Voids act as minute settling tank

هذه النظرية تفسر سبب حجز المواد العالقة الغروية والبكتريا التي يصغر حجمها عن حجم المسام إذ لترسب هذه المواد علي سطح الرمل عندما تهبط من أعلي إلى اسفل وتخرج المياه خلال طبقة المرشح خالية منها.

٣. التصاق المواد الغروية بحبيبات الرمل:

عند احتكاك المياه بما فيها من مواد عالقة بسطح حبيبات الرمل فهي تلتصق بعضها وبحبيبات الرمل نظرا لعدم استواء سطح حبيبات الرمل وشكل الغرويات العالقة بالماء كما إن الالتواء في المسام يساعد علي هذا الالتصاق وبالاستمرار في

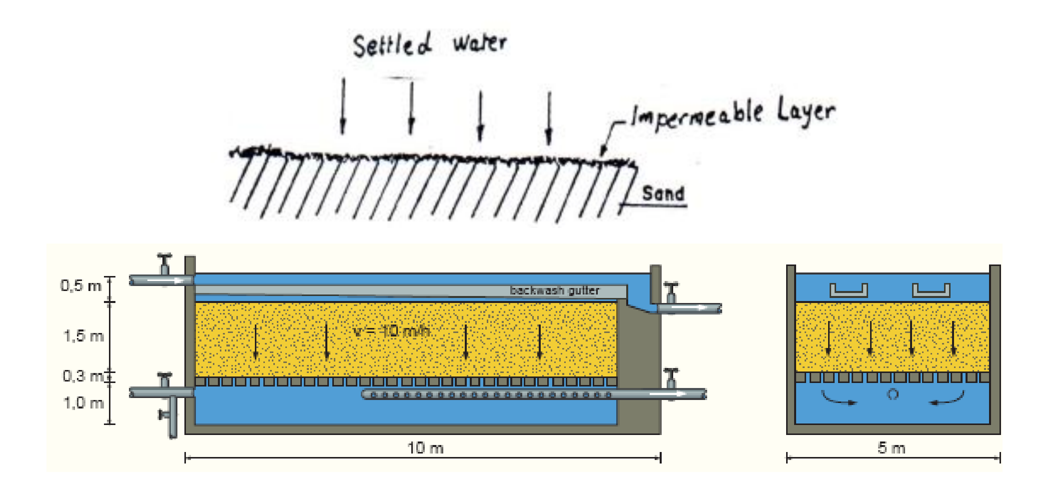
عملية الترشيح تأخذ المواد التي تحجز في مسام المرشح في الزيادة مما يسبب ضيقاً لهذه المسام ومن ثم زيادة في جودة المرشح.

٤. التفاعلات الكهربائية:

تحمل كل من حبيبات الرمل عندما تكون نظيفة وكذلك المواد العالقة بالمياه شحنات كهربائية مختلفة في النوع فيحدث تجاذب بينهما مما يسبب التصاق المواد العالقة بالرمل وبتراكم المواد العالقة علي سطح حبيبات الرمل تتعادل الشحنات الكهربائية الموجودة علي كل منهما وعند ذلك يجب غسيل المرشحات لتجديد الشحنات الكهربائية للرمال.

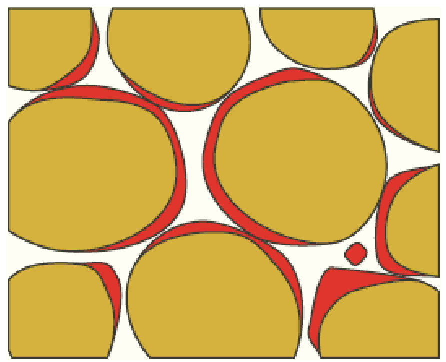
٥. التفاعلات البيولوجية

تتغذى الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الماء بما يوجد فيها من أملاح ومواد عضوية او غازات ذائبة ونتيجة لنشاط هذه الكائنات الدقيقة يتغير التركيب الكيميائي لهذه المواد الا إن هذه الظاهرة تعتمد علي مده بقاء الماء في المرشح (معدل الترشيح) كلما زاد تزداد الظاهرة وتفيد هذه النظرية في عمل المرشحات الرملية البطيئة فقط نظرا لطول مده بقاء الماء بالمرشح.



كيف يعمل المرشح

عند مرور المياه داخل الوسط الترشيحي يتم حجز الجزيئات كما سبق الشرح وتدريجيا تزداد مقاومة الوسط الترشيحي للمياه ويقل التصرف الخارج من المرشح ويتم اخراج المرشح من الخدمة وغسيل المرشح بواسطة إمرار المياه في الاتجاه العكسي وتتم هذه العملية بصورة دورية لمنع زيادة المقاومة عن حد معين.


Figure 6 - Reduction of pore volume as a result of accumulated solids

العوامل المؤثرة علي عملية الترشيح

أولاً الوسط الترشيحي

تستخدم الرمال عادة كوسط ترشيحي وذلك لتوفرها ورخص ثمنها وقد يستخدم ايضا مع الرمال مواد أخري كوسط ترشيحي مزدوج مثل الانثراسيت، وقد يستخدم الزلط ايضا كوسط ترشيحي يسبق المرشح الرملي في المرشحات الثنائية، ويستخدم ايضا كسر الجرانيت كوسط ترشيحي.

مواصفات الوسط الترشيحي

حجم الحبيبات وتدرجها والمقصود بتدرج الحبيبات أن العينة المأخوذة من الرمل تحتوي علي حبيبات ذات أقطار مختلفة وللتعرف علي اهمية التعرف علي توزيع احجام الحبيبات بالوسط الترشيحي يمكن ان نتخيل وسط ترشيحي ذو تدرج كبير بين الحبيبات عند غسيل الوسط الترشيحي ترتفع الحبيبات الصغيرة الي اعلى تسقط الحبيبات الكبيرة الي اسفل وعند بدء الترشيح مرة اخري نجد ان الطبقة العليا من المرشح ذات كفاءة ترشيح اعلي بينما لا تؤثر الطبقات السفلي علي جودة المياه المرشحة مما يعجل بانسداد المرشح وقصر فترة تشغيل المرشح.

معدل الترشيح

وهي = كمية المياه التي تدخل المرشح (م٣/س) / مساحة المرشح السطحية م٢

ويختلف معدل الترشيح تبعا لنوع الوسط الترشيحي ونوع المرشح ففي المرشحات الرملية البطيئة يكون معدل الترشيح ٠,١ م/ ساعة بينما في المرشحات الرملية السريعة يكون معدل الترشيح في حدود ٤: ٦ م/ ساعة ويمكن زيادة معدل الترشيح الي ٨ م/ ساعة في حالة جودة المياه المروقة. وقد تصل سرعة الترشيح في مرشحات الترشيح من اسفل الي اعلي الي ١٨ م/ ساعة وقد تزيد علما بأنها قد تستخدم كمعالجة ابتدائية للمياه.

جودة المياه المروقة

والمقصود هي المياه الداخلة الي المرشح حيث تؤثر جودة المياه الداخلة علي سرعة انسداد المرشح وجودة المياه المرشحة. بالنسبة للمرشحات الرملية السريعة ذات الوسط الرشيحي ذو الحجم الفعال ٠,٨ مم يجب ان يسبق المرشح عمليتي تنديف وترسيب حتي يتم التخلص من معظم المواد العالقة والشوائب للحصول علي فترة تشغيل اقتصادية للمرشح. بينما في محطات الترشيح المباشر لا توجد عملية الترسيب تسبق الترشيح ولذا يجب الا تزيد عكارة المياه الداخلة الي المرشح عن ٥ وحدات عكارة للحصول علي فترة تشغيل اقتصادية للمرشح

إجراءات الغسيل العكسي

ان الغسيل الجيد هو العامل الأهم في تحديد عمر المرشح وجودة المياه المنتجة اذ ان بدون الغسيل الجيد تتراكم الشوائب داخل الوسط الترشيحي وتقصر مدة تشغيل المرشح وتتزايد في المرشح البكتريا والطحالب وتسوء نتائج المياه المرشحة نظرا لحدوث تشققات بالوسط الترشيحي يمر من خلالها الماء بدون ان يحدث الترشيح بل قد يلزم تغيير الوسط الترشيحي بأكمله لوجود تكلسات من الطين والطمي يصعب إخراجها حتى بالغسيل الجيد.

تطهير المياه

عملية تطهير المياه هي أهم خطوة من خطوات معالجة المياه فهي التي تضفي عليه صفة الصلاحية وتؤمنه ضد الأمراض المعدية المنقولة عن طريقه وتتم عملية تطهير المياه بطرق متعددة منها:

المعالجة الكيماوية

يمكن استخدام العديد من المواد الكيمائية في تطهير المياه ومنها: الكلور (لكلورة)، ثاني أكسيد الكلور وبرمنجانات البوتاسيوم، الأوزون الجير، البروم، اليود.

الشروط الواجب توافرها في المواد المطهرة:

١. أن تكون قاتلة للجراثيم ولا تؤثر على صحة الإنسان.
٢. أن تكون رخيصة الثمن ومتوفرة محليا أو يسهل استيرادها طوال العام
٣. أن يكون استعمالها سهل ومأمونا.
٤. أن يكون تخزينها سهل وآمن.

التطهير بالكلور

عملية إضافة الكلور من أكثر الطرق انتشارا في عمليات تطهير المياه وقد كان لظهور عملية الكلوره في أواخر القرن الماضي اثر كبير في القضاء بدرجة كبيرة علي الأمراض التي ينقلها الماء وذلك بأقل التكاليف وابسط المعدات واقل عدد من العاملين ولولا عملية الكلورة لانتشرت أوبئة الكوليرا والتيفود والتي كان لظهور الكلور واستخدامه الفضل الأكبر في القضاء عليهما .

ويتميز التطهير بواسطة الكلور بسهولة استعماله، وكذلك سهولة الحكم على مدي فاعليته بالتأكد من بقاء قدرا من الكلور في الماء بعد فترة من إضافته.

والكلور عنصر كيماوي ينتج خلال صناعة الصودا الكاوية ويدخل الكلور في كثير من الصناعات المدنية والحربية منها علي سبيل المثال صناعة البترول والمعادن والورق والمنسوجات والصناعات الكيميائية والصناعات الغذائية كما يستعمل الكلور في معالجة مياه الصرف الصحي وتطهير مياه الشرب.

خصائص الكلور

يمكن أن يتواجد الكلور مثله مثل أي مادة في ثلاث صور مختلفة: السائلة، الغازية. الصلبة ولكل منها خصائصه.

غاز الكلور

- غاز لونه أصفر مائل إلى الخضرة وهو أثقل من الهواء مرتين ونصف له رائحة مميزة شديدة النفاذية ووزنه الذرى ٣٥,٥.
- الكلور الغازي ضعيف القابلية للذوبان في الماء ٦,٧ جم/لتر ماء عند ٢٠مْ، ١٤,٨ جم/لتر ماء عند صفر مْ ولذلك لا ينبغي رش الماء على الكلور المتسرب ، كما أن حفظ محلول الكلور في درجة حرارة باردة يحافظ على. تركيزه لفترة طويلة.

- وبرغم أن الكلور ليس مادة ملتهبة قابلة للاشتعال أو الانفجار، إلا انه يمكن أن يساعد على الاشتعال تحت ظروف معينة.
- كذلك فإن الكلور الجاف ليس مادة مسببة للتأكل، إلا انه يتحول إلى ذلك بشكل مؤثر إذا ما تعرض للرطوبة.
- غاز الكلور سام ومهيج للأغشية المخاطية المبطنة للأنف والعين والجلد والرئتين ويسبب سعال وصعوبة في التنفس.
- في حالة وجود تسرب لغاز الكلور في الجو فإن ٣ جزء في المليون هي اقل نسبة يمكن حسها بالشم ء وعند ١٥ جزء في المليون يصبح تأثيرها مهيج للعين والرئة، ويصبح خطرا إذا ما استنشق لفترة من ٣٠ – ٦٠ دقيقه عند تركيز من ٤٠ – ٦٠ جزء في المليون، وإذا زاد التركيز في الجو ليصل إلى ١٠٠٠ جزء في المليون فإنه يصبح مميت. أما الكمية المسموح بها لغاز الكلور في الجو وتكون آمنة لفترة الوردية الواحدة (ثماني ساعات) لا تتجاوز تركيز ١٠٠ جزء في المليون.

الكلور السائل

عبارة عن محلول نقى كهرماني اللون وهو أثقل من الماء مرة ونصف تقريبا. وللكلور السائل معامل تمد د عالي، إذ يزداد حجمه بسرعة كبيرة بازدياد درجة الحرارة، حيث يزداد تمدد السائل ليملئ الأسطوانة بالكامل عندما ترتفع درجة الحرارة إلى ٦٧,٥ مْ ولذلك يلتزم دائما بعدم ملء اسطوانات الكلور بأكثر من ٨٥ % من حجمها. وحيث أن الكلور السائل يتبخر بسرعة شديدة إذا ما تعرض للهواء الجوي، لذلك فهو نادرا ما يرى في صورته السائلة.

وعند تبخر الكلور السائل فإن وحدة الحجوم الواحدة منه تنتج حوالي ٤٥٦ وحدة حجم من الغاز النقي عند درجة حرارة ١٥ مْ وضغط ٧١٠ مم زئبق

وبالتالي عند حدوث تسرب في اسطوانة الكلور يتحتم تعديل وضع الاسطوانة بحيث تكون منطقة التسرب في اعلاه لكى يتسرب غاز الكلور وليس السائل

الكلور الصلب

نظرا لان الكور السائل يتجمد عند درجة حرارة منخفضة جدا (–١٠٢ مْ) فهو نادرا ما يوجد في صورته الصلبة، غير انه يتواجد متحدا مع بعض العناصر الأخرى في صورة مركبات على هيئة بودرة أو حبيبات.

مركبات الكلور

بخلاف الكلور النقي يتواجد الكلور علي هيئة مركبات سائلة أو صلبة

- **محلول الكلور**

ويسمي كيماويا (هيبوكلوريت الصوديوم وهو محلول يحتوي علي حوالي ١٥% من الكلور الحر ويباع في المحلات العامة كمنظف تحت أسماء مختلفة، ويمكن استعماله كمطهر للمياه بشرط أن لا يضاف إليه أي أنواع من المنظفات ويضاف مباشرة على الماء سواء بالصب المباشر من وعاء أو باستعمال مضخة مناسبة. (لا يستعمل بكثرة بالإضافة إلى آن محلوله يسبب تآكل في المواسير).

- **مسحوق أو أقراص الكلور:**

ويسمي كيماويا (هيبوكلوريت الكالسيوم) وهذه المادة تحتوى علي حوالي ٦٠ – ٧٠ % من الكلور الحر.

ويمتاز عن المسحوق المبيض بارتفاع نسبة الكلور الفعال وبان نسبة الكلور الفعال لا تتأثر بالتخزين لفترات ت ليست بالطويلة. وعند الاستعمال يحضر محلول مركز منه ثم يضاف إلى الماء بالجرعات اللازمة بواسطة أجهزة خاصة.

- **المسحوق المبيض:**

ويسمي أحيانا كلوريد الجير أو الجير المكلور وهو مسحوق ابيض مائل للاصفرار، له رائحة قوية نفاذة، الجديد منه يحتوي علي ٣٢ % من وزنة كلور فعال. إلا أن هذه النسبة تأخذ في النقصان بمضي الوقت خصوصا إذا تعرض للجو أو للضوء، ولذلك يجب حفظة في عبوات خاصة محكمة القفل ، كما يجب اختباره لمعرفة نسبة الكلور الفعال قبل الاستخدام حتى يمكن تقدير الكمية التي تعطي جرعة الكلور المطلوبة.

استعمال مركبات الكلور في الحالات الآتية:

١. تطهير شبكات مواسير توزيع المياه بعد إنشائها او إصلاحها.
٢. تطهير مرشحات وخزانات المياه
٣. في حالات الطوارئ مثل حالات الفيضانات.

استخدامات الكلور في محطات المياه

يستخدم الكلور في محطات المياه لغرض التطهير وللقضاء على مشاكل الطعم والرائحة ولأكسدة الشوائب الكيميائية

١. التطهير

يستخدم الكلور في محطات مياه الشرب كمادة مطهرة. إذ أن إضافة الكلور تتسبب في قتل البكتريا الضارة والمسببة للأمراض. ولذلك تحدد اشتراطات جهات الصحة المختلفة ضرورة إضافة جرعات وافية من الكلور للماء تكفل توافر الكلور المتبقي حت ى نهايات شبكة التوزيع (في حدود ٢. ٠ ملجم/لتر)

٢. القضاء على مشاكل الطعم والرائحة:

قد يستخدم الكلور للقضاء على بعض مشكلات الطعم والرائحة في مياه الشرب. إذ أن معظم مشاكل الطعم والرائحة تتسبب عن بعض النباتات المجهرية الدقيقة التي تتواجد في مصادر المياه السطحية. فيتفاعل الكلور كمادة مبيده للطحالب ويقضى على تلك النباتات المسببة للطعم والرائحة. إلا أن هناك أنواع قليلة من الطحالب لا تتفاعل مع الكلور بالشكل المرغوب ويترتب على ذلك زيادة حدة الروائح الطعم غير المقبول للماء.

٣. الأكسدة:

يقوم الكلور بأكسدة عدد من الشوائب الكيميائية الموجودة في الماء كالحديد. المنجنيز، النيترات، الأمونيا وكبريتيد الهدروجين. وبالتالي ازالتها من الماء. وتتواجد تلك الشوائب عادة في مصادر المياه الجوفية.

التخزين والتوزيع

مقدمة:

يتناول هذا الباب عمليات تخزين الماء وتوزيعه. ويشمل التخزين: التخزين الأرضي، والتخزين العالي، أما بالنسبة للتوزيع فيناقش هذا الباب الأسس التصميمية لشبكة التوزيع وكذا عملية تخطيط الشبكات بأنواعها المختلفة.

التخزين الأرضي:

الغرض منه استقبال المياه بعد خروجها من المرشحات، وتحقيق فترة تلامس بين المياه المرشحة وجرعة الكلور النهائي (post–chlorination) المضافة لتحقيق التطهير. وحيث تسحب طلمبات التوزيع (طلمبات الضغط العالي) المياه من تلك الخزانات الأرضية عن طريق بيارة المياه المرشحة، لدفعها في شبكات التوزيع للاستهلاك.

وتبنى الخزانات الأرضية عادة تحت منسوب سطح الأرض، لتتلقى المياه الخارجة من المرشحات بالانحدار الطبيعي، وفي بعض العمليات تبنى تحت المرشحات مباشرة، إلا أن ذلك يشكل بعض الصعوبات في التنفيذ.

ويتم حساب كمية التخزين الأرضي لتفي بالاحتياجات التالية:

- الفرق بين أقصى استهلاك يومي والتصرف التصميمي.
- حجم تخزين للطوارئ من ٤– ١٠ ساعات من الإنتاج اليومي.
- زمن التلامس اللازم بين الكلور والماء لتحقيق التطهير (٣٠ دقيقة).
- حالات الأعطال التي يمكن أن تتعرض لها وحدات التنقية بمراحلها المختلفة
- سد الاحتياجات الضرورية والغير متوقعة مثل مقاومة الحرائق.
- تقليل التكاليف الإجمالية لعملية التنقية، إذ بدونها يجب أن تكون طاقة العملية قادرة على مواجهة أقصى تصرف مطلوب (عادة ما يصل إلى ٢,٥ مرة من التصرف المتوسط).

ثم يضاف كمية التخزين اللازمة لمواجهة الحرائق إلى أكبر كمية من الكميات الثلاث السابقة.

ويختلف معدل مياه الحريق حسب تعداد السكان، ويحدد الكود المصري معدلات مياه الحريق

معدلات مياه الحريق حسب الكود المصري

تعداد السكان (نسمة)	معدل مياه الحريق (لتر/ثانية)
حتى ٥٠٠٠	٥
حتى ١٠٠٠٠	٢٠
حتى ٢٥٠٠٠	٢٥
حتى ٥٠٠٠٠	٣٠
حتى ١٠٠٠٠٠	٤٠
حتى ١٠٠٠٠٠٠	٥٠

ويتم حساب حجم الخزانات طبقا للمعادلة: حجم الخزان (م٣) = معدل تصرف المياه المرشحة (م٣/ساعة) * زمن التخزين أو زمن المكث (ساعة)

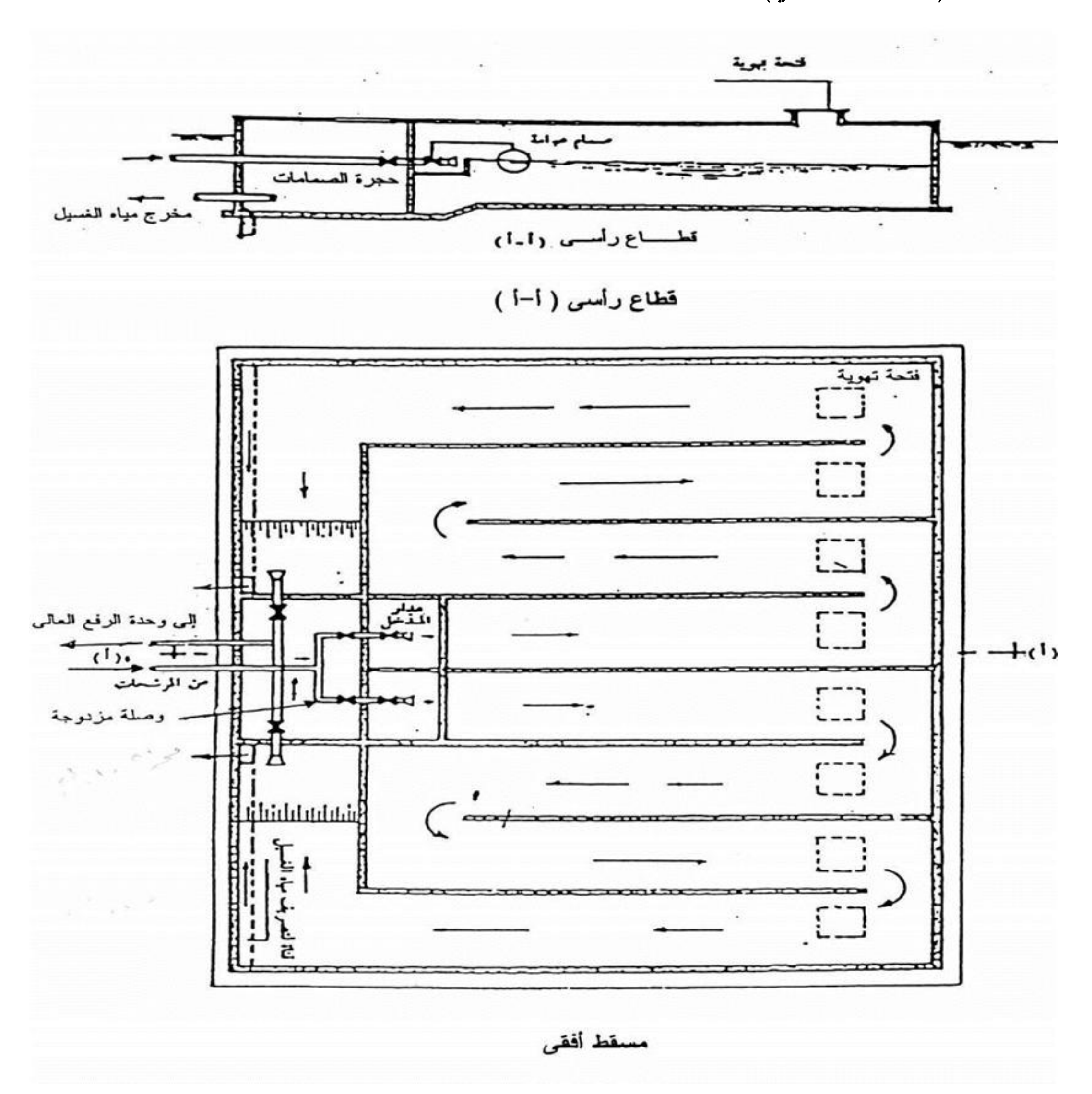
ويستحسن أن يكون حجم الخزانات الأرضية من ٢٥٪ - ٣٠٪ من إجمالي إنتاج المحطة اليومي. أي أن سعة هذه الخزانات تكفي لمدة من ٦-٨ ساعات من معدلات الاستهلاك في ظروف التشغيل العادية المستمرة. أما في المناطق المنعزلة أو التجمعات السكانية الصغيرة فتزيد سعة هذه الخزانات لتكفي استهلاك المواطنين بها لعدة أيام. ويكون التحديد النهائي لسعة هذه الخزانات حسب ظروف تصميم وتشغيل وحدات التنقية ومعدلات المياه المطلوبة.

ويفضل إنشاء أكثر من حوض واحد (شكل رقم ١ -١)، أو يقسم الحوض إلى جزئيين يمكن تشغيلهما كحوض واحد أو تشغيل كل حوض على حدة. ويتم التحكم في طريقة التشغيل بواسطة وصلات مزدوجة وصمام على كل وصلة في غرفة الصمامات. وتزود ماسورة المدخل بصمام عوامة للتحكم في دخول المياه في حالة زيادة منسوب المياه عن العمق التصميمي لضمان عدم فيضان المياه. ومن الأفضل دخول المياه للخزان من خلال هدار للأسباب الآتية:

١. حينما يكون حوض المياه فارغا، لا يتغير الفاقد في الضغط بصورة مفاجئة وكبيرة بين الحوض والمرشحات.
٢. في حالة إصلاح صمام العوامة، يمكن تفريغ مياه الهدار، ولا نحتاج لتفريغ الحوض نفسه فتفقد كمية كبيرة من المياه.
٣. التحكم في اندفاع المياه من الماسورة للحوض بصورة مباشرة.

ويزود سقف الحوض بفتحات عليها أغطية يمكن رفعها عند اللزوم، وهوايات لا يسهل دخول الأتربة منها، ويفضل أن يكون سقف الحوض أعلى من سقف الأرض بمسافة لا تقل عن نصف متر لحمايته من الأتربة والعوامل الأخرى. ويزود من الداخل بسلالم مناسبة لنزول العمال للصيانة والغسيل.

أحواض المياه المرشحة (الخزان الارضي)



قطاع رأسى (أ-أ)

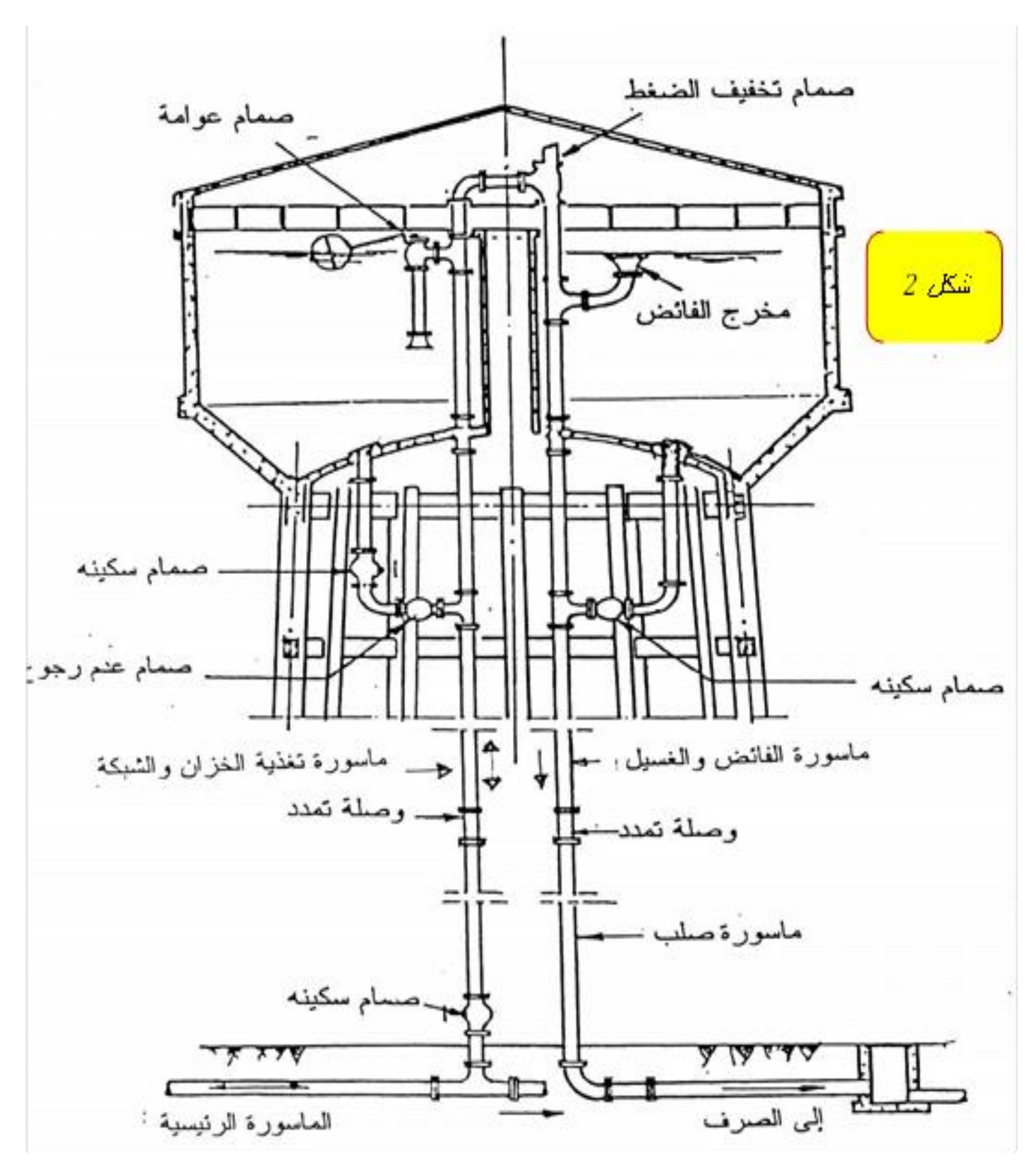
مسقط أفقى

التخزين العالي:

وهو تخزين المياه في خزانات عالية يتم إنشاؤها من الخرسانة المسلحة أو من الصلب، في أنحاء شبكة التوزيع.

وتحقق الخزانات العالية ما يلى:

١. تعويض الفرق بين أقصى استهلاك ومتوسط الاستهلاك.
٢. تحقيق التوازن في شبكة التوزيع، والحد من التغير في الضغط في المناطق المختلفة.
٣. تخزين كمية مياه، والحفاظ على ضغط الشبكة لمواجهة الحرائق والطوارئ.
٤. تحقيق تشغيل طلمبات الضغط العالي بمعدل تصرف ثابت، مع تثبيت عامود الضغط الذى تعمل ضده الطلمبات.



توصيلات الخزان العالي

تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب

مقدمة:

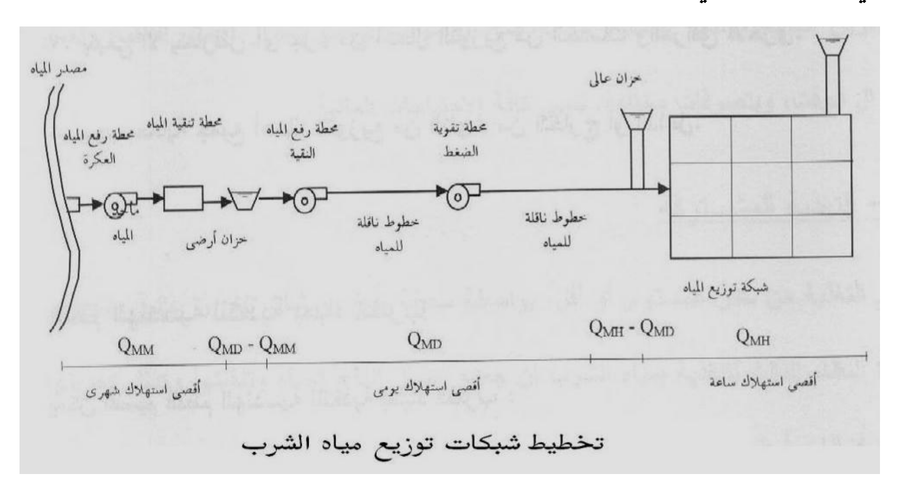
تشمل أعمال توزيع مياه الشرب الوحدات الرئيسية التالية:

١. محطات طلمبات ضخ المياه النقية (الضغط العالي)
٢. شبكات توزيع المياه
٣. منشآت التخزين الأرضية والعالية

منظومة إنتاج وتوزيع مياه الشرب يوضح الشكل التالي منظومة إنتاج وتوزيع مياه الشرب وتحتوى على:

١. مصدر المياه الخام
٢. محطة رفع المياه العكرة
٣. أعمال التنقية بكل مراحلها
٤. الخزان الأرضى
٥. محطات الرفع (Booster Station)
٦. الخطوط الناقلة للمياه
٧. الخزانات العالية
٨. شبكة التوزيع على المشتركين

ويمثل المراحل السابقة في الشكل التالي:



تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب

النظم الهندسية لتغذية الشبكات بمياه الشرب

يمكن تقسيم النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب إلى النظم الآتية:

١. التغذية بالجاذبية
٢. التغذية بالضغط
٣. التغذية المشتركة

١. التغذية بالجاذبية

هي التغذية من أعلى وفيها تكون جميع أعمال إنتاج وتخزين المياه (في خزانات أرضية) في مكان مرتفع عن منسوب المدينة أو التجمع السكنى. ويسمح هذا الوضع بتغذية المدينة بالضغط الكافي والناتج من الفرق الإستاتيكى ويمتاز هذا النظام بعدم وجود محطات (ضغط) أو منشآت تخزين عالية، أي أنه نظام اقتصادي مريح.

٢. التغذية بالضغط

هي التغذية من نفس المستوى أو أقل بواسطة محطة ضخ تعمل طوال الوقت وفيها تكون جميع أعمال إنتاج وتنقية وتخزين المياه (في خزانات أرضية) في مكان أو منسوب يعادل منسوب التجمع السكنى أو المدينة أو يقل عنه

كما تخلو شبكة التوزيع من منشآت التخزين العالية ولذلك تستخدم محطة طلمبات بجوار أعمال التنقية وتعمل طول الوقت وبتصرفات مختلفة حسب الاستهلاك لتلبى الاحتياجات المائية.

٣. التغذية المشتركة

هي التغذية من نفس المستوى أو أقل بواسطة محطة ضخ ومنشآت تخزين عالية ونجد في هذا النظام أن جميع أعمال إنتاج المياه وتنقيتها وكذلك تخزينها في خزانات أرضية في مكان ذو منسوب يعادل منسوب المدينة أو يقل عنه وتتواجد في شبكات التوزيع منشآت تخزين عالية مم يتيح الفرصة لأن تعمل طلمبات ضخ المياه بعض الوقت بتصرف ثابت بينما تعطى منشآت التخزين العالي فرصة تعويض كميات المياه أثناء ساعات الذروة على أن يتم ملؤها إثناء ساعات الليل

شبكة توزيع المياه

- هي خطوط المواسير الممتدة من محطة تنقية المياه أو من محطة ضخ المياه إلى شبكة التوزيع الفرعية في جميع مناطق التجمعات العمرانية (مدن/قرى/عزب/نجوع)
- تستخدم شبكة توزيع المياه في تغذيه المياه في تغذية جميع أنحاء التجمعات السكنية بالمياه الصالحة للاستخدام المنزلية والصناعية والحرائق وذلك وفقا للمعدلات المطلوبة وتحت الضغط المناسب مع الأخذ في الاعتبار الحماية الكافية للشبكة لضمان عدم تلوث المياه وضمان نظافة الشبكة

تشمل شبكة التغذية ما يلى:

١. المواسير
٢. القطع الخاصة
٣. المحابس بأنواعها
٤. حنفيات الري والحريق



محبس فراشة   محبس هواء 1

مجبس سكينة ١   حنفية حريق

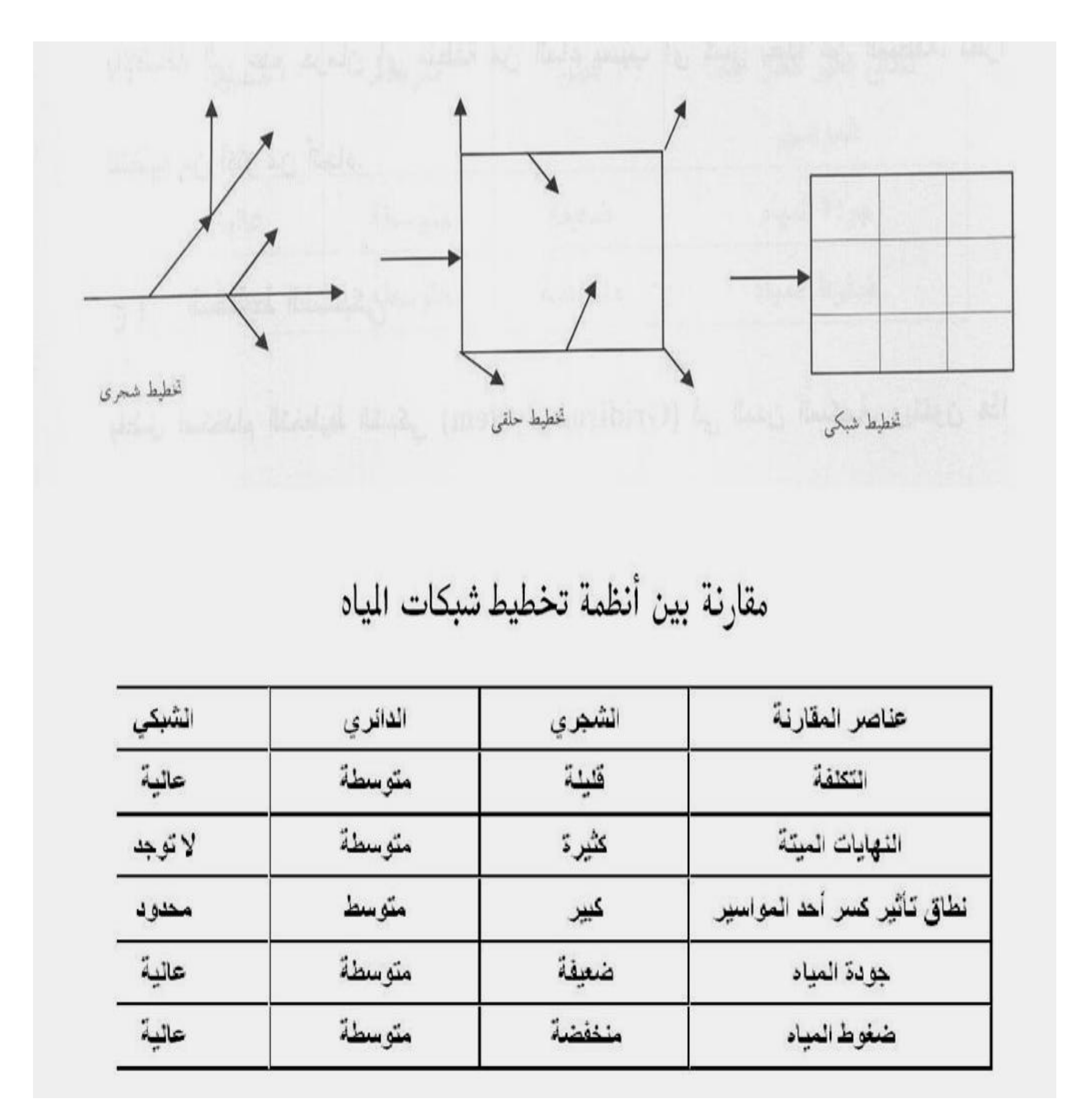
ضمان سهولة تشغيلها وصيانتها مثل غرف المحابس والعدايات والدعامات الخرسانية للأكواع والمشتركات

* تعتبر أعمال توزيع المياه من أهم الأعمال الإنشائية الرئيسية وأكثرها تكلفة في عمليه الإمداد بالمياه.

أنواع تخطيط شبكة التوزيع

عند تخطيط شبكة التوزيع تستخدم إحدى الطرق الآتية:

١. التخطيط الشجري
٢. التخطيط الدائري
٣. التخطيط الشبكي



مقارنة بين أنظمة تخطيط شبكات المياه

عناصر المقارنة	الشجري	الدائري	الشبكي
التكلفة	قليلة	متوسطة	عالية
النهايات الميتة	كثيرة	متوسطة	لا توجد
نطاق تأثير كسر أحد المواسير	كبير	متوسط	محدود
جودة المياه	ضعيفة	متوسطة	عالية
ضغوط المياه	منخفضة	متوسطة	عالية

أولا التخطيط الشجري (Tree System)

يمتد الخط الرئيسي من محطة الطلمبات إلى وسط القرية أو المدينة ويقل قطره كلما بعد عن المحطة وتتفرع من هذا الخط أفرع أخرى إلى داخل الشوارع المتفرعة من الشارع الرئيسي

المميزات: أرخص الطرق للتخطيط

العيوب: أقل استعمالا لوجود نهايات ميتة (Dead Ends) تتعرض للتلوث – تعرض مناطق كثيرة للحرمان من التغذية في حالة قفل الخطوط بسبب الصيانة

الاستخدام: في القرى والتجمعات الصغيرة.

ثانيا التخطيط الدائري (الحلقى)

يعتبر التخطيط الدائري (Circle System) تطويرا لنظام التخطيط الشجري مع توصيل نهايات الخطوط الرئيسية جول المدينة أو المنطقة حيث يمر الخط الرئيسي في شارع يحيط بالمناطق القديمة لتكوين دائرة أو حزام مقفل تتفرع منه خطوط فرعية في الشوارع الجانبية وذلك حسب تخطيط مسارات خطوط التوزيع

المميزات: قلة النهايات الميتة وعدم حرمان أي منطقة من التغذية بسبب أي كسر أو صيانة بمنطقة بعيدة نظرا للتغذية من أكثر من اتجاه

الاستخدام تغذية القرى والمناطق الريفية

ثالثا التخطيط الشبكي

يعتبر التخطيط الدائري (Circle System) تطويرا لنظام التخطيط الشجري مع توصيل نهايات الخطوط الرئيسية جول المدينة أو المنطقة حيث يمر الخط الرئيسي في شارع يحيط بالمناطق القديمة لتكوين دائرة أو حزام مقفل تتفرع منه خطوط فرعية في الشوارع الجانبية وذلك حسب تخطيط مسارات خطوط التوزيع

المميزات: قلة النهايات الميتة وعدم حرمان أي منطقة من التغذية بسبب أي كسر أو صيانة بمنطقة بعيدة نظرا للتغذية من أكثر من اتجاه

الاستخدام: تغذية القرى والمناطق الريفية

عموما فإن نظام توزيع ونقل المياه لأى مدينة من الممكن أن يجمع بين أكثر من نظام حسب تخطيط المدينة أو التجمع العمراني.

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ مهندس / محمد غنيم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
➢ مهندس / محمد صالح	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
➢ مهندس / يسري سعد الدين عرابي	شركة مياه الشرب القاهرة
➢ مهندس / عبد الحكيم الباز محمود	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
➢ مهندس / محمد رجب الزغبي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
➢ مهندس / رمضان شعبان رضوان	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
➢ مهندس / عبد الهادي محمد عبد القوي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ مهندس / حسني عبده حجاب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ مهندسة / إنصاف عبد الرحيم محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
➢ مهندس / محمد عبد الحليم عبد الشافي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنيا
➢ مهندس / سامي موريس نجيب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالغربية
➢ مهندس / جويدة علي سليمان	شركة مياه الشرب بالأسكندرية
➢ مهندسة / وفاء فليب إسحاق	شركة مياه الشرب والصرف الصحي ببني سويف
➢ مهندس / محمد أحمد الشافعي	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
➢ مهندس / محمد بدوي عسل	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
➢ مهندس / محمد غانم الجابري	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
➢ مهندس / محمد نبيل محمد حسن	شركة مياه الشرب بالقاهرة
➢ مهندس / أحمد عبد العظيم	شركة مياه الشرب القاهرة
➢ مهندس / السيد رجب محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
➢ مهندس / نصر الدين عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بقنا
➢ مهندس / مصطفي محمد فراج	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
➢ مهندس / فايز بدر	المعونة الألمانية (GIZ)
➢ مهندس / عادل أبو طالب	المعونة الألمانية (GIZ)